



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10051095 A**(43) Date of publication of application: **20.02.98**

(51) Int. Cl.

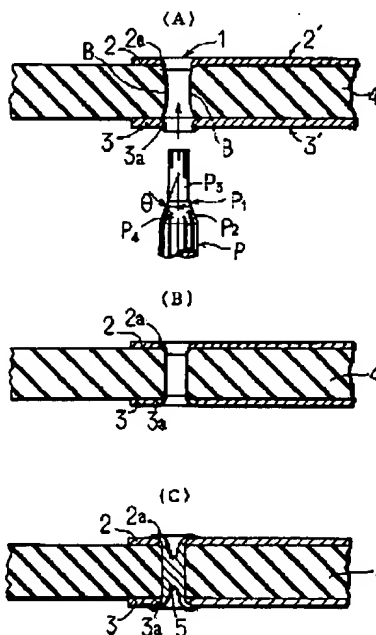
H05K 1/11**H05K 3/00****H05K 3/40**(21) Application number: **09119736**(22) Date of filing: **09.05.97**(30) Priority: **24.05.96 JP 08129643**(71) Applicant: **HOKURIKU ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **SAKURAI SHIZUO
ARAKI SHINJI
SHINKAWA SAKAE
NAKAGAKI TADAHICO****(54) CIRCUIT BOARD AND ITS MANUFACTURE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a circuit board where the current capacity of the through hole conductive part made by filling conductive paste into the through hole made by punching in an insulating substrate of paper base material is made larger (the resistance valve is made smaller).

SOLUTION: A through hole 1 is made by thrusting a punching pin from the surface side of the insulating substrate 4 of paper base material which has copper circuits including copper lands 2 and 3 on both sides. The inside periphery part 3a of a copper foil land 3 on rear side is curved inward of the through hole 1 by inserting the tip P1 of an extensible pin P into the opening on rear side of the through hole 1 from the rear side of the insulating substrate 4, and also a bulge B within the through hole 1 of the insulating substrate 4 is shaved off. A through hole conductive part 5, which electrically connects the copper lands 3 and 4 positioned at both ends of the through hole 1, is made by charging the through hole 1 with conductive paste and hardening it.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-51095

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K	1/11	7128-4E	H 0 5 K	1/11
	3/00			3/00
	3/40	7128-4E		3/40

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-119736

(22) 出願日 平成9年(1997) 5月9日

(31) 優先権主張番号 特願平8-129643

(32) 優先日 平8(1996) 5月24日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000242633

北陸電気工業株式会社

富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地

(72) 発明者 桜井 戔男

富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地

北陸電気工業株式会社内

(72) 発明者 荒木 真二

富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地

北陸電気工業株式会社内

(72) 発明者 新川 栄

富山県上新川郡大沢野町下大久保3158番地

北陸電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 英俊 (外1名)

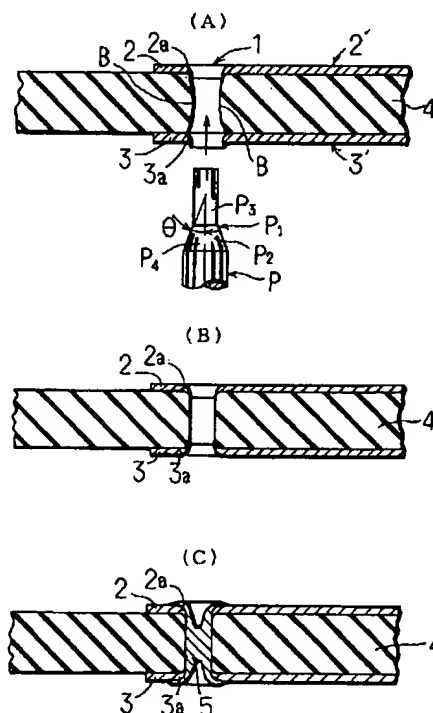
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 紙基材の絶縁基板にパンチングにより形成したスルーホールに導電ペーストを充填して形成したスルーホール導電部の電流容量を大きく（抵抗値を小さく）した回路基板を得る。

【解決手段】 両面に銅箔ランド2及び3を含む銅箔回路を有する紙基材の絶縁基板4の表面側からパンチングピンを突き刺してスルーホール1を形成する。絶縁基板4の裏面側からスルーホール1の裏面側開口部に延伸ピンPの先端部P1を挿入して裏面側銅箔ランド部3の内周側部分3aをスルーホール1の内部に向かってカーブさせると共に絶縁基板4のスルーホール1内の膨出部分Bを削り取る。スルーホール1に導電ペーストを充填して硬化させてスルーホール1の両端に位置する銅箔ランド2、3を電気的に相互に接続するスルーホール導電部5を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 紙基材に熱硬化性絶縁樹脂が含浸し該熱硬化性絶縁樹脂が硬化してなる絶縁基板と、前記絶縁基板の表面及び裏面上にそれぞれ配置された表面側銅箔回路及び裏面側銅箔回路と、前記絶縁基板の前記表面側からパンチングピンを挿入するパンチング加工により形成されて、前記表面側銅箔回路及び裏面側銅箔回路に含まれ且つ前記絶縁基板を間にして対向する表面側銅箔ランド及び裏面側銅箔ランドと前記絶縁基板とを貫通するスルーホールと、両端部が前記一对の表面側銅箔ランド及び裏面側銅箔ランドの上にそれぞれ重なり且つ前記両端部間を接続する接続部が前記スルーホールの内面に添うように形成されたスルーホール導電部とを具備し、前記スルーホールの裏面側開口部を囲む前記裏面側銅箔ランドの内周側部分には、前記絶縁基板の前記裏面側開口部の周囲に位置する部分を圧縮変形させながら前記内周側部分を前記スルーホールの内部側に向かうようにカーブさせるカーブ加工が施されており、前記スルーホール導電部は導電ペーストを用いて形成されていることを特徴とする回路基板。

【請求項2】 前記導電ペーストは、比抵抗が $6 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の導電性ペーストである請求項1に記載の回路基板。

【請求項3】 前記紙基材に含浸される前記熱硬化性絶縁樹脂がフェノール系の絶縁樹脂である請求項1または2に記載の回路基板。

【請求項4】 前記表面側銅箔回路及び裏面側銅箔回路を構成する銅箔の厚みが $30 \mu\text{m}$ 以上ある請求項1に記載の回路基板。

【請求項5】 前記スルーホールの表面側開口部を囲む前記表面側銅箔ランドの内周側部分に、前記絶縁基板の前記表面側開口部の周囲に位置する部分を圧縮変形させながら前記内周側部分を前記スルーホールの内部側に向かうようにカーブさせるカーブ加工が施されている請求項1に記載の回路基板。

【請求項6】 紙基材に熱硬化性絶縁樹脂を含浸させ該熱硬化性絶縁樹脂を硬化させて形成される絶縁基板の両面にそれぞれ銅箔が張り付けられた銅張絶縁基板に、前記銅張絶縁基板の表面側からパンチングピンを突き刺して前記絶縁基板及び該絶縁基板の両面の前記銅箔を貫通するスルーホールを形成するスルーホール形成工程と、周方向に連続して形成され且つ前記スルーホールの直径よりも大きな直径を有する最大直径部分から先端に向かうに従って直径寸法が小さくなる当接面を先端部に有する延伸ピンを用意する延伸ピン準備工程と、前記スルーホール形成工程により形成された前記スルーホールの形状を整形するために前記スルーホールの周囲を囲む壁部の膨出部分を削り取るシェービング工程と、前記スルーホールを形成した後に、前記銅張絶縁基板の

裏面側から前記スルーホールの裏面側開口部に前記延伸ピンの前記先端部を挿入して前記スルーホールの前記裏面側開口部の周囲にある銅箔部分をカーブさせるカーブ形成工程と、

前記カーブ形成工程の後に、前記スルーホールの内部に導電ペーストを充填するとともに前記導電ペーストを前記スルーホールの前記表面側開口部及び前記裏面側開口部の周囲に位置する前記銅箔部分の上に重ねるように塗布する導電ペースト充填工程と、
10 前記導電ペーストを硬化させる硬化工程とを実施して回路基板を製造する回路基板の製造方法。

【請求項7】 前記カーブ形成工程においては、前記銅張絶縁基板の表面側から前記スルーホールの表面側開口部に別の前記延伸ピンの前記先端部を挿入して前記スルーホールの前記表面側開口部の周囲にある銅箔部分を更にカーブさせる工程を含むことを特徴とする請求項6に記載の回路基板の製造方法。

【請求項8】 前記延伸ピンの前記先端部の前記当接面の先に前記膨出部分を削り取る膨出部分切削部を設け、
20 前記シェービング工程と前記カーブ形成工程とを同時に行うことを特徴とする請求項6に記載の回路基板の製造方法。

【請求項9】 Bステージで硬化の進行を止めることができる熱硬化性樹脂を含浸させた紙基材の上に接着剤層を介して銅箔を積層して積層物を作る工程と、

前記積層物を積層方向に加圧しながら加熱し、前記熱硬化性樹脂の硬化の進行が終了する前で且つ前記エッチングが可能な程度まで前記熱硬化性樹脂の硬化が進行した段階で前記加圧及び加熱を中止して積層体を作る工程と、

30 前記積層体にパンチングによってスルーホールを形成する工程と、

前記スルーホール形成工程により形成された前記スルーホールを囲む壁部において前記スルーホールの内側に膨出する膨出部分を削り取るシェービング工程と、

周方向に連続して形成され且つ前記スルーホールの直径よりも大きな直径を有する最大直径部分から先端に向かうに従って直径寸法が小さくなる当接面を先端部に有する延伸ピンを用意し、前記絶縁基板の両面側から前記スルーホールの両端の開口にそれぞれ前記延伸ピンの前記先端部を同時に挿入して前記スルーホールの前記両端の開口部の周囲にある前記銅箔部分を前記スルーホール側にカーブさせるカーブ形成工程と、

前記カーブ形成工程の後に、前記スルーホールの内部に導電ペーストを充填するとともに前記導電ペーストを前記スルーホールの前記両端の開口部の周囲に位置する前記銅箔部分の上に重ねるように塗布する導電ペースト充填工程と、

前記導電ペーストを加熱して硬化させる硬化工程とを実施して回路基板を製造する回路基板の製造方法。
50

【請求項10】 前記延伸ピンの前記先端部の前記当接面の先に前記膨出部分を削り取る膨出部分切削部を設け、前記シェービング工程と前記カーブ形成工程とを同時に行うことを特徴とする請求項9に記載の回路基板の製造方法。

【請求項11】 前記導電ペーストとして銀塗料を用いて、該銀塗料の加熱硬化温度を前記熱硬化性樹脂の加熱硬化温度以上にすることを特徴とする請求項9に記載の回路基板の製造方法。

【請求項12】 前記熱硬化性樹脂の硬化を、前記加熱の温度を一定にして加熱時間を調節することにより制御することを特徴とする請求項9に記載の回路基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回路基板及びその製造方法に関するものであり、特にパンチングピンを挿入するパンチング加工により形成したスルーホールと、このスルーホールに導電性ペーストを用いて形成されたスルーホール導電部とを備えた回路基板及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】回路基板の回路に流す電流が大きくなると、回路パターンの幅を大きくするだけでなく、スルーホール導電部の電流容量も大きくする（スルーホール導電部の電気抵抗を小さくする）必要がある。従来の回路基板では、電流容量の大きなスルーホール導電部は、メッキにより形成されている。例えば、特公昭42-24109号公報、特開昭49-88079号公報、特開昭50-97555号公報、特開昭51-40560号公報、実開昭51-52857号公報、特開昭52-50560号公報、特開昭52-59860号公報及び特開昭58-97895号公報等には、メッキを用いて電流容量の大きなスルーホール導電部を形成する技術が開示されている。メッキによりスルーホール導電部を形成する場合には、メッキ液が絶縁基板内に含浸して絶縁基板の強度を低下させるのを防止するために、ガラス・エポキシ基板や、ガラスと樹脂繊維のコンポジット基板等の高価な絶縁基板を用いている。そのため従来の電流容量の大きなスルーホール導電部を備えた回路基板の価格は高かった。

【0003】安価な絶縁基板としては、紙基材にフェノール樹脂等の熱硬化性絶縁樹脂を含浸させた紙基材絶縁基板がある。しかしながらこのような絶縁基板では、メッキ液が紙基材に含浸するために、メッキによりスルーホール導電部を形成することができない。紙基材絶縁基板を用いたスルーホール導電部を備えた回路基板では、スルーホール導電部を導電ペーストを用いて形成している。具体的には、まず紙基材に熱硬化性絶縁樹脂を含浸させた絶縁基板の両面にそれぞれ銅箔が張り付けられた

銅張絶縁基板に表面側からパンチングピンを突き刺してスルーホールを形成する。そして、熱硬化性絶縁樹脂ペーストに導電粉末を添加した導電ペーストをスルーホールの内部に印刷により充填した後、この導電ペーストを硬化させてスルーホール導電部を完成する。

【0004】しかしながら、パンチングにより形成したスルーホールに導電ペーストを充填して形成したスルーホール導電部の電流容量はメッキにより形成したスルーホール導電部の電流容量よりも小さいことが分かっている。すなわちパンチングにより形成したスルーホールに導電ペーストを充填して形成したスルーホール導電部の抵抗値はメッキにより形成したスルーホール導電部の抵抗値よりも大きいことが分かっている。そのために従来は、専ら電流容量の大きな回路基板では、ガラスエポキシ基板のように高価な絶縁基板を用いて、メッキによりスルーホール導電部を形成していたのが実情である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらセットメーカからの回路基板の低減要求は年々強くなってきており、メッキによりスルーホール導電部を形成した回路基板では、この要求に応えることができなくなっている。

【0006】本発明の目的は、紙基材の絶縁基板にパンチングにより形成したスルーホールに導電ペーストを充填して形成したスルーホール導電部の電流容量が大きい（抵抗値が小さい）回路基板及びその製造方法を提供することにある。

【0007】本発明の他の目的は、価格が安く、しかも電流容量の大きいスルーホール導電部を備えた回路基板を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、スルーホール導電部の抵抗値が小さい回路基板を安価に且つ容易に製造する方法を提供することにある。

【0009】本発明の更に他の目的は、シェービング工程とカーブ形成工程とを同時に行って、少ない工程でスルーホール導電部を形成する回路基板の製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の回路基板は、紙基材に熱硬化性絶縁樹脂を含浸し該熱硬化性絶縁樹脂が硬化してなる絶縁基板を用いる。絶縁基板の表面及び裏面上にはそれぞれ表面側銅箔回路及び裏面側銅箔回路が配置されている。そしてスルーホールは、絶縁基板の表面側からパンチングピンを挿入するパンチング加工により形成されている。このスルーホールは、表面側銅箔回路及び裏面側銅箔回路に含まれ且つ絶縁基板を間にして対向する表面側銅箔ランド及び裏面側銅箔ランドと絶縁基板とをそれぞれ貫通する。そしてこのスルーホールに対しては、両端部が一对の表面側銅箔ランド及び裏面側銅箔ランドの上にそれぞれ重なり、且つ両端部間を接続する接続部がスルーホールの内面に添うように形成され

たスルーホール導電部が形成されている。スルーホール導電部は導電ペーストを用いて形成する。本発明の回路基板においては、スルーホールの裏面側開口部を囲む裏面側銅箔ランドの内周側部分に、絶縁基板の裏面側開口部の周囲に位置する部分を圧縮変形させながら内周側部分をスルーホールの内部側に向かうようにカーブさせるカーブ加工が施されている。

【0011】発明者は、当初導電ペーストを用いて形成したスルーホール導電部の抵抗値が大きい理由（電流量が小さい理由）が、導電ペーストの抵抗値にあると考えた。そこでまず最も導電ペーストの抵抗値を下げることに、スルーホール導電部の抵抗値を下げてみた。しかしながら、使用する導電ペーストの抵抗値を下げて、スルーホール導電部の抵抗値を十分に下げることができないことが分かった。またこのように形成したスルーホール導電部の抵抗値には、バラツキが大きいことが分かった。抵抗値が予想した程に下がらず且つバラツキが発生する原因を検討した結果、その原因がパンチングにより形成したスルーホールの方の開口部を囲む銅箔ランドの内周側部分の形状にあることが分った。具体的には、図8（A）及び（B）に示すように、パンチング加工により形成したスルーホール101の裏面側の開口部の周囲にある銅箔部分（裏面側銅箔ランド102の内周側部分）103が外側にめくれて比較的鋭いエッジを形成している。そしてこのエッジ部分103で導電ペースト104の厚みが薄くなっている。このような導電ペースト104の厚みが薄くなっている部分は、スルーホール導電部の抵抗値を増加し、更に抵抗値のバラツキを発生させる。

【0012】そこで本発明では、絶縁基板の裏面側開口部の周囲に位置する部分を圧縮変形させながら裏面側銅箔ランド部の内周側部分をスルーホールの内部側に向かうようにカーブさせるカーブ加工を施した。このようなカーブ加工を施すと、導電ペーストの厚みを薄くする原因となっている裏面側銅箔ランド102の内周側部分のエッジ部分を無くすることができて、導電ペーストは銅箔のカーブに沿って充填される。その結果、本発明によれば、このカーブ加工が施された部分において導電ペーストの厚みが薄くなることなく、スルーホール導電部の抵抗値を小さくできて、しかも抵抗値のバラツキを小さくできる。なおスルーホール導電部の電流量を、メッキにより形成したスルーホール導電部の電流量にできるだけ近付けるためには、比抵抗が $6 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の導電性ペーストを用いるのが好ましい。

【0013】絶縁基板の紙基材に含浸される熱硬化性絶縁樹脂としては各種のものを用いることができるが、フェノール系の絶縁樹脂が好ましい。これは現在市場で入手できる紙基材銅箔両面基板で最も安いものがフェノール系の絶縁樹脂を用いたものだからである。これにより電流量の大きな回路基板の価格を大幅に下げることが

可能になる。

【0014】なおスルーホールの内部に向かって銅箔のエッジ部分がカーブする度合いは、使用する銅箔の厚みによって定まる。スルーホール導電部の抵抗値を下げるためには、できるだけなだらかなカーブ加工を施す必要がある。そこでこの目的のためには、銅箔の厚みを $30 \mu\text{m}$ 以上にするのが好ましい。

【0015】パンチングピンの挿入側（スルーホールの表面側開口部）に位置する銅箔部分には、パンチングの際にパンチングピンによってカーブ加工が自然と施される。しかしながらパンチングピンを抜く際にパンチングピンが銅箔部分に触れたり、パンチングピンの先端が破損している場合等には、挿入側の銅箔部分にはエッジ部分が形成される場合がある。そこでより製品の歩留まりを高めるためには、スルーホールの表面側開口部を囲む表面側銅箔ランドの内周側部分（銅箔のパンチングの挿入口側の部分）にも、同様なカーブ加工を施すのが好ましい。このようにすると、回路基板の歩留まりが大幅に向上する。

【0016】本発明の回路基板は次のようにして製造することができる。まず、紙基材に熱硬化性絶縁樹脂を含浸させ該熱硬化性絶縁樹脂を硬化させて形成される絶縁基板の両面にそれぞれ銅箔が張り付けられた銅張絶縁基板に、銅張絶縁基板の表面側からパンチングピンを突き刺して絶縁基板及び該絶縁基板の両面の銅箔を貫通するスルーホールを形成する〔スルーホール形成工程〕。周方向に連続して形成され且つスルーホールの直径よりも大きな直径を有する最大直径部分から先端に向かうに従って直径寸法が小さくなる当接面を先端部に有する延伸ピンを用意する〔延伸ピン準備工程〕。スルーホール形成工程により形成したスルーホールの形状を整形するためにスルーホールの周囲を囲む壁部の膨出部分を削り取る〔シェーピング工程〕。そして、スルーホールを形成した後に、銅張絶縁基板の裏面側からスルーホールの裏面側開口部に延伸ピンの先端部を挿入してスルーホールの裏面側開口部の周囲にある銅箔部分をカーブさせる

〔カーブ形成工程〕。次に、カーブ形成の後に、スルーホールの内部に導電ペーストを充填するとともに導電ペーストをスルーホールの表面側開口部及び裏面側開口部の周囲に位置する銅箔部分の上に重ねるように塗布する〔導電ペースト充填工程〕。そして、導電ペーストを硬化させる〔硬化工程〕。

【0017】このように製造すれば、絶縁基板の表面に接合されている銅箔をスルーホールの内壁部を変形させながらスルーホールの内壁面に添ってカーブさせることができる。よってスルーホール導電部の抵抗値を小さくできる回路基板を容易に製造することができる。

【0018】また、この製造方法では、スルーホールの裏面側から延伸ピンの先端部を挿入しているが、銅張絶縁基板の表面側からもスルーホールの表面側開口部に別

の延伸ピンの先端部を挿入してスルーホール表面開口部の周囲にある銅箔部分もカーブさせてよい。このような挿入は別々に行ってもよいが、スルーホールの表面側と裏面側の両方から同時に延伸ピンを挿入すると、絶縁基板の材料はスルーホールの両側の開口部側から中心部に向かって同時に押し出されることになり、押し出される絶縁基板材料がカーブする銅箔とスルーホール内壁面との密着を阻害することがない。

【0019】延伸ピンの先端部は前述のような当接面を有していればよく、円錐形、円錐台形等の形状を有しているものを用いることができる。また当接面は断面形状が直線の面でもよく、断面形状が円弧等の曲線の面でもよい。更に当接面よりも先に位置する部分の面の形状は、スルーホールの延伸ピンの挿入を許容するものであればどのような形状でもよい。また、絶縁基板の両面側からスルーホールに一对の延伸ピンの先端部を同時に挿入することを考慮すると、一对の延伸ピンはスルーホール内で先端が当接しないように、延伸ピンの先端部の寸法を定める必要がある。

【0020】また、シェーピング工程とカーブ形成工程とを同時に行えば、少ない工程でスルーホール導電部を形成できる。その場合、延伸ピンの先端部の当接面の先に膨出部分を削り取る膨出部分切削部を設ければよい。

【0021】また、熱硬化性樹脂としてBステージ〔半硬化状態〕で硬化の進行を止めることができる熱硬化性樹脂を用いる場合には、次のように回路基板を製造すればよい。まず、熱硬化性樹脂を含浸させた紙基材の上に接着剤層を介して銅箔を積層して積層物を作る。そして、熱硬化性樹脂の硬化の進行が終了する前で且つエッチングが可能な程度まで熱硬化性樹脂の硬化が進行した段階で加圧及び加熱を中止して積層体を作る。なお、この状態の積層体を銅箔基板の製造メーカーに製造してもらってもよい。次に、パンチングを行ってスルーホールを形成してから、延伸ピンを用いてスルーホールの両端の開口部の周囲にある銅箔部分をスルーホールの内部にカーブ加工させる。即ち、熱硬化性樹脂がBステージの段階でパンチング及びカーブ加工を行う。Bステージの硬化の進行が終了する前（Cステージ間近のBステージ状態）においては、紙基材のプリプレグはまだ僅かに柔軟性を有しているため、この段階でパンチング及びカーブ加工を行うと、絶縁基板にクラックが発生するのを防ぐことができる。そのため、複数のスルーホールが隣接している場合でも、隣接するスルーホール間の間隔（ピッチ）を短くすることができる。また、クラックの発生を防止できれば、導電ペーストとして銀塗料を用いる場合に、銀マイグレーションの進行を抑制できる。また、スルーホール形成工程により形成されたスルーホールを囲む壁部においてスルーホールの内側に膨出して形成された膨出部分を削り取るシェーピング加工をパンチングの後に実施する。

【0022】導電ペーストとして銀塗料を用い、この銀塗料の加熱硬化温度を絶縁基板の熱硬化性樹脂の加熱硬化温度以上にすると、導電ペーストを硬化させる工程で絶縁基板の硬化を行える。

【0023】熱硬化性樹脂の硬化は加熱の温度を一定にして加熱時間を調節することより制御すればよい。

【0024】また、この場合でも、シェーピング工程とカーブ形成工程とを同時に行ってもよい。

【0025】なお先行技術を調査したところ、特開昭57-102097号公報に、スルーホールの内部に銅箔をカーブして入り込ませ、導電ペーストを用いてスルーホール導電部を形成した技術が記載されているのが分かった。しかしながらこの公知技術は、本発明の上記特徴を何等開示するものではない。まずこの公知技術では、まず、銅箔を積層する前の絶縁基板の所定位置にドリルによって孔部を形成する。次に、この孔部を有する絶縁基板の両面に銅箔を積層した後に、スルーホールの両端の開口部を塞ぐ銅箔部分にドリルにより孔を開ける。そしてその後にスルーホールの内部に銅箔部分を押し込む。このように特開昭57-102097号公報に示す技術では、パンチングによりスルーホールを形成していないので、本発明が解決しようとする問題を有していない。また絶縁基板と銅箔とにそれぞれ別工程で孔開けをする必要があるため、製造が非常に面倒になって、回路基板の価格が高くなる。更に、スルーホールの内部に入り込んだ銅箔は、スルーホールの内面から離れた状態になっており、スルーホール内部への導電ペーストの充填を阻害する。更にスルーホールの内部に入り込んだ銅箔の端部には、エッジが残っているため、このエッジ部分で導電ペーストの厚みが薄くなったり、最悪の場合には導電ペーストが切れる事態が発生する。そのためスルーホール導電部の電流容量を必ずしも大きくできない。以上の理由から、この公知技術は、本発明を何等示唆していない。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の回路基板に形成するスルーホール導電部の一例の構造を示す断面図である。図1においては、1がパンチングによって形成されたスルーホールであり、2が表面側銅箔ランド、3が裏面側銅箔ランド、4が絶縁基板、5がスルーホール導電部である。絶縁基板4の表面及び裏面上には、複数の表面側銅箔ランド2及び裏面側銅箔ランド3を含む表面側銅箔回路及び裏面側銅箔回路がそれぞれ形成されている。絶縁基板4は、一般的に両面に銅箔が張り付いた銅張絶縁基板として製造されているものである。したがって表面側銅箔回路及び裏面側銅箔回路は、この銅張絶縁基板の両面の銅箔にエッチングが施されて形成されている。この例の絶縁基板4は、複数枚の紙基材にフェノール樹脂等の熱硬化性絶縁樹脂を含浸させ、この熱硬化性絶縁樹脂を硬化させて形成されている。

【0027】なおスルーホール1を形成する場合には、後に詳しく説明するように、パンチングピンを絶縁基板4の表面側（図1の上側）より裏面側（図1の下側）に差し込んで形成する。なお図1に示す状態では、スルーホール1を形成した後に、絶縁基板4の裏面側からスルーホール1の裏面側開口部1bに後に説明する延伸ピンの先端部を挿入して、スルーホール1の裏面側開口部1bの周囲にある裏面側銅箔ランド3の内周側部分をカーブさせるカーブ加工が施されている。

【0028】パンチング加工によって、表面側開口部1aを囲む表面側銅箔ランド2の内周側部分2aは、スルーホール1の内部に向かってカーブしており、また表面側開口部1aの周囲に位置する絶縁基板の部分は圧縮変形している。表面側銅箔ランド2のカーブした内周側部分2aは、パンチングピンにより延ばされているために、スルーホール1の内部に近づくに従って厚みが薄くなっている。その結果、このカーブした内周側部分2aには、鋭いエッジ部分は存在していない。またスルーホール1の裏面側開口部1bを囲む裏面側銅箔ランド3の内周側部分3aもスルーホール1の内部側に向かうようにカーブしており、絶縁基板4の裏面側開口部1bの周囲に位置する部分も圧縮変形している。裏面側銅箔ランド3のカーブした内周側部分3aは、延伸ピンにより延ばされているために、スルーホール1の内部に近づくに従って厚みが薄くなっている。その結果、このカーブした内周側部分3aにも、鋭いエッジ部分は存在していない。

【0029】スルーホール導電部5は、銀塗料のような導電ペーストをスルーホール1の内部に充填するとともにスルーホール1の表面側開口部1a及び裏面側開口部1bの周囲に位置する銅箔部分（2a、3a）の上に重ねるように塗布し、これを硬化させて形成されている。この導電ペーストとしては、できるだけ導電率の高いもの（抵抗値が小さいもの）を用いる。図8に示す従来の構造では、裏面側銅箔ランド3の内周側部分3aにエッジが有るために、その部分では導電ペーストの厚みが薄くなっている。これに対して本発明の構造では、裏面側銅箔ランド3の内周側部分3aがカーブしているために、裏面側銅箔ランド3の内周側部分3aの周辺で、導電ペーストの厚みが極端に薄くなることがない。そのためにスルーホール導電部5の抵抗値が予想以上に大きくなることなく、またスルーホール導電部5の抵抗値に大きなバラツキが発生することがない。

【0030】次に、本発明の実施の形態の回路基板を製造する方法の一例について図2を用いて説明する。なお作図の関係上、図2（A）～（C）においては、スルーホール1の形状を単純に描いてある。図2（A）はスルーホール1を形成した回路基板の概略断面を示している。まず、シート状の複数枚の紙基材にフェノール樹脂を含浸させ、その両面に接着剤層を介して銅箔を接合し

てなる市販の両面銅箔絶縁基板を用意した。そして両面の銅箔にエッチングを施して複数の表面側銅箔ランド2及び裏面側銅箔ランド3を含む表面側銅箔回路2'及び裏面側銅箔回路3'を形成した。絶縁基板4の厚みは0.8～1.6mmであり、絶縁基板4の両面に配置された銅箔の厚みは35μmであった。次に表面側銅箔ランド2及び裏面側銅箔ランド3に対応する部分を絶縁基板4の表面側からボンチ等のパンチングピンでパンチング即ち突き刺して、スルーホールを形成した。なお、スルーホールを形成する際には、絶縁基板4のスルーホール1の中央部分にスルーホール1の内側に膨出する膨出部分Bができる。

【0031】次に、図2（A）に示すように絶縁基板4の裏面側からスルーホール1の裏面側開口部に延伸ピンPの先端部P1を挿入した。延伸ピンPの先端部P1は、円錐台形部P2と該円錐台形部P2の先端に形成された膨出部分切削部P3とから構成されている。円錐台形部P2は当接面P4を有している。この当接面P4は、周方向に連続して形成され且つスルーホール1の直径よりも大きな直径を有する最大直径部分から先端に向かって直径寸法が小さくなる形状を有している。膨出部分切削部P3は、パンチング後のスルーホール1の最大直径を僅かに下回る（最小直径より大きい）径の円柱形を有しており、スルーホール1を囲む壁部に形成される膨出部分Bを切削できる長さを有している。そのため、延伸ピンPの先端部P1をスルーホール1に挿入すると、スルーホール1の裏面側開口部の周囲にある銅箔部分（裏面側銅箔ランド3の内周側部分）3aが延伸ピンPの当接面P4及び膨出部分切削部P3の側面によってスルーホール1の内部に延伸される。それと共に膨出部分切削部P3により、スルーホール1内に膨出する膨出部分Bが削り取られる。その結果、図2（B）に示すように、裏面側銅箔ランド3の内周側部分3aがスルーホール1の内部に向かってカーブし、スルーホール内の膨出部分Bが削り取られてスルーホール1の形状が整形される。当接面P4と延伸ピンPの軸線とがなす角度θは30～60度が好ましい。角度θ及び円柱部P3の径は、回路基板の材質、寸法に応じて、適宜に選択することにある。

【0032】次に、図2（C）に示すように、エポキシ樹脂からなる熱硬化性樹脂バインダに鱗片状及び樹皮状の銀粉末を添加した比抵抗が $6 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の銀塗料（導電ペースト）をスルーホール1内に充填した。具体的には、銀塗料をまず表面側銅箔ランド2の上にスクリーン印刷法により塗布し、その後、スルーホール1の内径よりも外径寸法の小さいピンをスルーホール1の内部に出し入れして銀塗料をスルーホール1の内部に充填した。その後、銀塗料を160～170℃の一定温度で1.5時間加熱硬化させて、銀塗料を硬化させた。これにより、図2（C）に示すように表面側銅箔ラ

ンド2と裏面側銅箔ランド3とを電気的に相互に接続するスルーホール導電部5を形成した。

【0033】このようにして形成したスルーホール導電部5の両端間（ランド2とランド3との間に）に30mAの電流をそれぞれ流し、スルーホールの両端に位置するランド間の電気抵抗値（ランド間抵抗値）を測定した。両端間の抵抗値は、平均5～10mオームであり、銅メッキにより形成されるスルーホール導電部の抵抗値（1～3mオーム）に近い値であった。なお比較のために、同じ絶縁基板と導電ペーストを用いて図8に示す従来の構造で形成したスルーホール導電部のランド間抵抗値は、平均で20～30mオームであった。この結果から、本発明の構造のスルーホール導電部5であれば、メッキにより形成されるスルーホール導電部に近い電流容量を得られることが分かる。

【0034】また、図3は、本例の回路基板と図8に示す従来例の回路基板のそれぞれのスルーホール導電部に70℃において2Aの電流を通電した場合の、通電時間とスルーホール抵抗値との関係（負荷寿命特性）を示す図である。なお、本図において、Aは本例の回路基板の特性線であり、Bは従来例の回路基板の特性線である。本図より、本例の回路基板は、従来例の回路基板に比べてスルーホール抵抗値の増加を著しく抑制できるのが分かる。

【0035】また、図4は、本例の回路基板と図8に示す従来例の回路基板のそれぞれのスルーホール導電部に0.2秒間のオン期間と0.8秒間オフ期間を有するパルス電流を10万回繰り返して通電した後に電流値とスルーホール抵抗値との関係（ラッシュ電流特性）を測定して、その結果を示した図である。なお、本図においても、Aは本例の回路基板の特性線であり、Bは従来例の回路基板の特性線である。本図からも、本例の回路基板は、従来例の回路基板に比べてスルーホール抵抗値の増加を抑制できるのが分かる。

【0036】また、図5は、本例の回路基板と図8に示す従来例の回路基板のスルーホール導電部に電流を流した5分後における電流値とスルーホール導電部の表面温度との関係（温度上昇特性）を示す図である。本図においても、Aは本例の回路基板の特性線であり、Bは従来例の回路基板の特性線である。本図より、本例の回路基板は、従来例の回路基板に比べて表面温度の増加を抑制できるのが分かる。

【0037】なお、本例では、延伸ピンPの先端部に膨出部分切削部P3を設け、膨出部分Bのシェービングと、裏面側銅箔ランド3の内周側部分3aのカーブ加工とを同時に行ったが、これらのシェービング及びカーブ加工は別々に行っても構わない。

【0038】図6（A）～（C）は、本発明の他の実施の形態の回路基板を製造する態様を示している。この例では次のようにして回路基板を製造した。まず、シート

状の複数枚の紙にAステージのフェノール樹脂を含浸させて厚み0.8～1.6mmの紙基材を作った。次にフェノール樹脂を80～100℃の一定温度でBステージまで加熱硬化させてから、厚み0.035mmの銅箔を紙基材の両面に積層して未硬化積層板を作った。次に、未硬化積層板を2枚のステンレス板の間に挟んだ状態で積層方向に100～120Kg/cm²で加圧しながら170℃の一定温度で加熱してフェノール樹脂の硬化を開始した。そして、フェノール樹脂の硬化の進行が終了する前

（Cステージ間近のBステージ状態）で且つ後工程の銅箔のエッチングが可能な程度までフェノール樹脂を硬化させた段階（加圧及び加熱開始後1.0～1.5時間）で加圧及び加熱を中止した。そして、絶縁基板の両面の銅箔をエッチングして回路パターンを形成した。次に回路パターン上の所定位置を絶縁基板の表面側からポンチからなるパンチングピンでパンチング即ち突き刺して、スルーホールを形成した。本例では、スルーホールを囲む内壁部が径方向内側に膨出して形成される膨出部分を削り取るために、最初に得ようとするスルーホールの直径寸法よりやや大きな直径を有するパンチングピンによりパンチングを行って半加工スルーホールを形成し、その後、に所望のスルーホールの直径寸法を有する整形用のパンチングピンを用いて半加工スルーホールの内壁面をカット即ちシェービングしてスルーホール11を形成した。図6（A）はスルーホール11を形成した回路基板の概略断面を示している。図6（A）に示すように、12は表面側銅箔ランドであり13は裏面側銅箔ランドである。次に、絶縁基板14の両面側からスルーホール11に一对の延伸ピンP'、P'の先端部P1'、P1'を同時に挿入した。この例では、先端部P1'に円錐台形部のみを有する延伸ピンP'を用いた。一对の延伸ピンP'、P'は、同時に挿入してもスルーホール11内において相互に当接しない寸法に定められている。一对の延伸ピンP'、P'の先端部P1'、P1'をスルーホール11に挿入すると、図6（B）に示すように、表面側銅箔ランド12の内周側部分12aと裏面側銅箔ランド13の内周側部分13aとがスルーホール11の内部に向かってカーブする。

【0039】次に、図2の（C）と同様にスルーホール11内にエポキシ樹脂からなる熱硬化性樹脂バインダに鱗片状及び樹皮状の銀粉末を添加した銀塗料を充填した。熱硬化性樹脂バインダとしては、加熱硬化温度がフェノール樹脂の加熱硬化温度以上のものを用いればよい。本例では、銀塗料を160～170℃の一定温度で1.5時間加熱硬化させて、銀塗料を硬化させると共に紙基材に含浸させたフェノール樹脂を完全に硬化させた。これにより、図6（C）に示すように、ランド12とランド13とを電気的に相互に接続するスルーホール導電部15を形成した。なお、この例では、一对の延伸ピンP'、P'を同時にスルーホールに挿入したが、延

伸ピンの表面側銅箔ランド12からの挿入と裏面側銅箔ランド13からの挿入とを別々に行ってもよい。また、表面側銅箔ランド12から挿入する延伸ピンと裏面側銅箔ランド13から挿入する延伸ピンとの形状が異なっても構わない。

【0040】次に、この例の回路基板の特性を調べるために、試験を行った。まず、本例の回路基板と、延伸ピンPによる延伸を施さずその他は本実施例と同様に製造した比較例の回路基板とを用意した。なおこの試験では、図6(A)～(C)に示す絶縁基板が紙フェノール基板で、銅箔の厚みが $35\mu\text{m}$ の市販の両面銅箔回路基板を用いた。パンチング及び延伸の条件は、上記実施例と同様であった。そして、各回路基板のスルーホールの両端間に30mAの電流をそれぞれ流し、スルーホールの両端に位置するランド12、23間の電気抵抗値(ランド間抵抗値)を測定した。測定結果は、比較例の回路基板では、ランド間抵抗値が25mオームであったのに対して、本実施例の回路基板では、ランド間抵抗値は5～10mオームであった。

【0041】また、この例では、シェーピング加工及びカーブ加工は別々に行ったが、膨出部分のシェーピング加工と、裏面側銅箔ランドの内周側部分のカーブ加工とを同時に行っても構わない。その場合、一対の延伸ピンの少なくとも一方の先端部に膨出部分切削部を設け、延伸ピンの表面側銅箔ランドからの挿入と裏面側銅箔ランドからの挿入とを別々に行えばよい。

【0042】なお上記各例では、延伸ピンとして、先端部が円錐台形と円柱形(膨出部分切削部)とを併せた形状を有するもの、または円錐台形の形状を有するものを用いたが、周方向に連続して形成され且つスルーホールの直径よりも大きな直径を有する最大直径部分から先端に向かうに従って直径寸法が小さくなる当接面を先端部に有するものであれば延伸ピンの形状及び寸法は任意である。例えば、図7(A)～(C)に示すような先端形状を有する延伸ピンを用いてもよい。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば、スルーホールの裏面側開口部の周囲にある銅箔部分(裏面側銅箔ランド部の内 *

* 周側部分)にカーブ加工が施されているため、この部分において導電ペーストの厚みが薄くなることなく、スルーホール導電部の抵抗値を小さくできて、しかも抵抗値のバラツキを小さくできる。その結果、紙基材の絶縁基板にパンチングにより形成したスルーホールに導電ペーストを充填して形成したスルーホール導電部の電流容量を大きく(抵抗値を小さく)することができて、安価に電流容量の大きなスルーホール導電部を備えた回路基板を得ることができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態で実際に製造した回路基板のスルーホール導電部を含む部分の断面図である。

【図2】 (A)～(C)は本発明の実施の形態の回路基板を製造する態様を説明する図である。

【図3】 試験に用いた回路基板の通電時間とスルーホール抵抗値との関係(負荷寿命特性)を示す図である。

【図4】 試験に用いた回路基板の電流値とスルーホール抵抗値との関係(ラッシュ電流特性)を示す図である。

20 【図5】 試験に用いた回路基板の電流値とスルーホール導電部の表面温度との関係(温度上昇特性)を示す図である。

【図6】 (A)～(C)は本発明の他の実施の形態の回路基板を製造する態様を説明する図である。

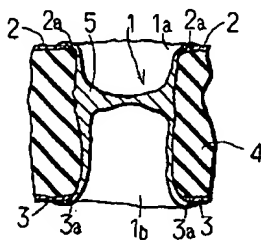
【図7】 (A)～(C)は本発明の実施の形態の回路基板に用いる延伸ピンの例を示す図である。

【図8】 (A)及び(B)は従来の回路基板のスルーホール導電部の構造を示す断面図である。

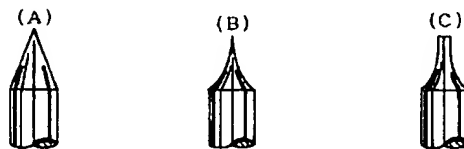
【符号の説明】

- 30
- 1 スルーホール
 - 2 表面側銅箔ランド
 - 3 裏面側銅箔ランド
 - 4 絶縁基板
 - 5 スルーホール導電部
 - P 延伸ピン
 - P1 先端部
 - P4 当接面

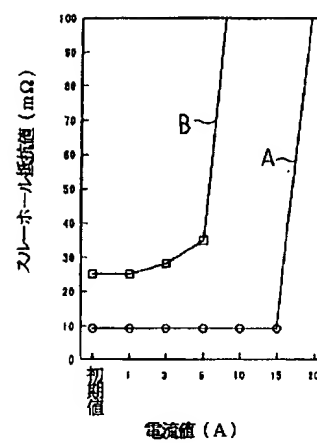
【図1】



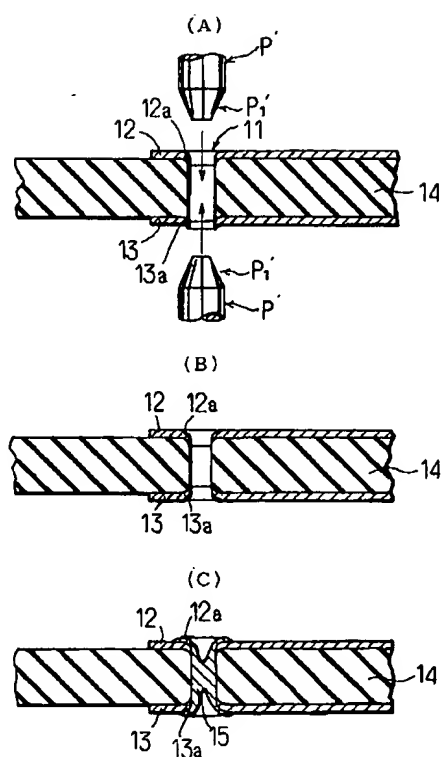
【図7】



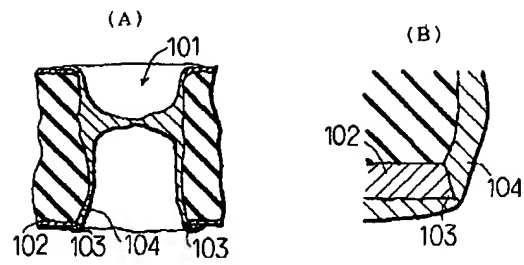
【図 4】



【図 6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中垣 忠彦
シンガポール 2262 ジュロン ジュー
クーン サークル 3 A